

LAS HELADAS QUE AFECTARON LOS CULTIVOS DE CAFÉ EN APUCARANA – PR, BRASIL, DURANTE LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Leonor MARCON DA SILVEIRA¹, Maria Elena SINCOS CASTRO²,
Andréia de ASSIS DA SILVA²

1 Professora Del Pós Grado em Geografia de la Universidad Estatal de Maringá – PR, BR

2 MSc por el Programa del Pós Grado em Geografia de la Universidad Estatal de Maringá – PR, BR

3 Programa de Del Pós Grado em Geografia de la Universidad Estatal de Maringá PR, BR
lmarcon@onda.com.br, m_lena@superig.com.br, andreiaassis@yahoo.com.br

RESUMEN

En el presente estudio el principal objetivo fue identificar la dinámica regional de la atmósfera por ocasión de las fuertes heladas que afectaron los cultivos de café en el municipio de Apucarana –PR –BR, durante las últimas cuatro décadas. Ubicada a 23°30'S y 51°30'W, la área en estudio se encuentra en una zona de transición entre los climas tropical y subtropical. En de ocurrencia de la alternancia entre masas de aire tropicales y extratropicales, se verifica ahí demasiada variabilidad del tiempo atmosférico. En ese municipio la substitución de la cultura del café por la de soya aún no se totalizó. Por esa razón, se optó por el presente estudio, el cual se refiere a las fuertes heladas ocurridas en la región en los tiempos de invierno de 1975, 1984, 1994 y 2000. Para eso se utilizaron datos meteorológicos de superficie, en escala diaria y mapas sinópticos meteorológicos de superficie, también diarios (12GMT). Se constató que, por ocasión de las heladas estudiadas, los sistemas frontales que las precedieron tuvieron desplazamiento rápido y los anticiclones fríos que penetraron en la retaguardia de las frentes, además de ser vigorosos, entraron por el oeste o por sudoeste.

Palabras claves: heladas; dinámica atmosférica; cultivos de café.

ABSTRACT

Current analysis identifies the atmosphere's regional dynamics during strong frosts that damaged coffee shrubs in the municipality of Apucarana PR Brasil during the last forty years. The analyzed area, 23°30'S and 51°30'W, lies on the transition zone between tropical and subtropical climates. Due to alternating factors between tropical and extra-tropic air masses, highlighted variability in atmospheric weather was reported. Since the replacement of coffee plantations in the municipality by soybean culture is still incomplete, current investigation refers to the occurrence of deep frosts in the winters of 1975, 1984, 1994 and 2000. Daily scale surface meteorological data and daily surface meteorological synoptic maps were used (12 GMT). Data showed that during the above frost occurrences the preceding front systems had a swift displacement and the cold anticyclones that penetrated in the rear of the fronts were not merely very strong but had also a western and southwestern direction.

Key words: frosts; atmospheric dynamics; coffee plantations.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tuvo por principal objetivo identificar la dinámica regional de la atmósfera por ocasión de las fuertes heladas que atingieron el Norte del Estado del Paraná – BR y afectaron los cultivos de café en el municipio de Apucarana – PR – BR durante las cuatro últimas décadas.

El municipio referido está ubicado en la región conocida como Norte Nuevo del Estado del Paraná. La posición altimétrica de su relieve, añadida a su posición latitudinal le atribuye el carácter de transición entre el clima subtropical del Sur del Brasil y el tropical del Brasil Central. Cruzada por las coordenadas de 23°30'S y 51°30'W, la área comprendida por el municipio en cuestión, conforme IAPAR (2000), se encuentra en una zona climática del tipo Cfa, según la calificación de Köpen. Según Silveira (1996), en el extremo Norte y Noroeste del Estado del Paraná los índices pluviales durante el invierno son venidos sólo de la Frente Polar. El avance de la masa polar sobre la región, además de producir cambios repentinos en el tiempo atmosférico típico de la frontogénesis, ocurre de pronto una acentuada caída en las temperaturas, muchas veces ocurriendo heladas. De acuerdo con la misma autora (2006), en ocurrencia de la significativa alternancia de los sistemas atmosféricos tropicales y extratropicales sobre la región, se observa ahí una gran variación del tiempo atmosférico, tanto estacional como diaria. Según Cuadrat y Pita (1997), los climas regionales constituyen una fábica del clima zonal, donde la circulación atmosférica y el clima vienen determinados por influencia a gran escala y a menudo exteriores a la región.

Colonizada entre 1930 y 1950, con excepción de los valles toda la área rural del municipio en estudio fue inicialmente ocupada por la cultura del café, en función de los altos precios del producto en la época y de las condiciones pedológicas y climáticas - consideradas ideales. Actualmente en las propiedades mayores y más planas los cultivos de café fueron substituidos por la cultura de soya (en verano) en cambio con la cultura del trigo o de la avena (en invierno). Sin embargo, en virtud de la existencia en el municipio áreas muy accidentadas, donde la mecanización agrícola es inviable, aún continúa la cultura del café. La área en estudio, además de encontrarse en una zona de transición entre los climas tropical y subtropical, presenta un relieve muy interesante para el estudio del clima en los puntos de vista térmico y pluviométrico en meso y toposcala. Tal interés decurre de la hipsometría (se verifica ahí demasiada amplitud altimétrica, con altitudes entre los 450m a 840m en relación al nivel del mar) y de particularidades relativas a su composición geomorfológica. Además de la substitución de la cultura del café por la de soya, que ocurrió en Norte del Estado de Paraná, a partir de la década de 1970, aún no se totalizó en ese municipio. Por esa razón se eligió por el presente estudio, en lo cual fueron pesquissadas las fuertes heladas ocurridas en Norte del Estado de Paraná – Brasil en los tiempos de invierno de 1975, 1984, 1994 y 2000.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos propuestos en el presente estudio se apoya en la concepción dinámica del clima implícita en el concepto propuesto por Sorre (1951) – que lo define como la serie de estados atmosféricos encima de un lugar en su sucesión habitual – y en la metodología de la Análisis Rítmica en Climatología desarrollada por Monteiro (1971). Por medio de la metodología enseñada el autor sugiere la análisis correlacionada de los elementos climáticos en

la superficie, en sus variaciones diarias, y su conexión con la circulación atmosférica regional, de modo que revele la génesis de los eventos meteorológicos (tipos de tiempo o estados atmosféricos). Para averiguar las variaciones de los elementos climáticos (estados atmosféricos) se utilizaron datos meteorológicos de superficie disponibles por el Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, referentes a el Observatorio Meteorológico ubicada en el interior del municipio de Apucarana – PR, a 23°30'S y 51°32'W en la altitud relativa de 746m. Para averiguar la génesis de las variaciones de los elementos climáticos se utilizaron mapas meteorológicos de superficie, también diarios (12 GMT), cedidos por el Ministério da Marinha do Brasil. De acuerdo con Martin Vide y Olcina Cantos (1996), el mapa meteorológico (carta sinóptica) es una herramienta de trabajo que permite buscar las características del tiempo atmosférico y, por extensión las características del clima de una región. Así, se buscó el entendimiento de los tipos de flujos tropicales y extratropicales – particularmente de invasiones polares y sistemas frontales – que actuaron en el Norte del Estado de Paraná durante los periodos elegidos para el estudio, generando los diferentes tipos de tiempo principalmente las heladas. Para la análisis de las variaciones diarias de los elementos climáticos a la superficie y a sus génesis, se elaboró una tabla para cada uno de los periodos relativos a las olas de frío que promovieron las heladas en Apucarana, con base en los datos meteorológicos de superficie y en la interpretación y análisis de las cartas meteorológicas de superficie (Tablas 1, 2, 3, 4 y 5). Con base en Kin et al. 2003, se adoptó el criterio de temperatura mínima $\leq 30^{\circ}\text{C}$ en el abrigo meteorológico para la determinación de la ocurrencia de helada a nivel del césped.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La llamada *tierra roja* se destacó como factor preponderante en el proceso de efectiva ocupación y organización espacial de la Región Norte de Paraná – BR en la primera mitad del siglo XX; por otro lado, el factor clima aparece como principal limitante de la expansión de la cultura del café en dirección al Sur, de modo que cuando las heladas llegaban a latitudes inferiores al Paralelo 24AS generalmente tenían connotación catastrófica para la cultura del café del estado.

En 1975 se verificó en el Sur de Brasil la helada más fuerte de los últimos ochenta años. En 15 de julio de 1975 un sistema frontal alcanzo el Norte del Estado de Paraná, donde permaneció actuando también en el día 16, proporcionando significativa pluviosidad (74,5mm) (Tabla 1). En el día 17 la referida frente ya se había desplazado para el Sur de la Región de Nordeste del Brasil y un vigoroso anticiclón frío, con 1040mb en su centro, penetró en su retaguardia por el oeste (Figura 1 y 2), promoviendo acentuada caída en las temperaturas, de modo que, en Apucarana se registraron las mínimas negativas de $-1,0^{\circ}\text{C}$ en el día 17 y de $-4,7^{\circ}\text{C}$ en la madrugada del día 18. De acuerdo con IBC (1978), a las tres de la tarde del día 17 las hojas de todos los cafetales del Norte del Estado de Paraná empezaron a quemarse, a causa de los fuertes vientos fríos que ocurrían en toda la región. En el día 18 de julio todo el Estado de Paraná amaneció cubierto de hielo. La seiba de los cafetos fue muerta y los perjuicios fueron muy grandes en todas las actividades agropecuarias. El referido anticiclón frío permaneció actuando en la región, tropicalizandose gradualmente a partir del día 23. Según IBC (1978) de los 915 millones de cafetos que existían en el Estado de Paraná, se salvó – sólo parcialmente – menos de un millón en la región denominada de Norte Viejo. Así, todos los cafetales del municipio de Apucarana fueron fuertemente afectados y tuvieron que ser cortados bajitos o replantados.

Tabla 1 - Variación diaria de los elementos climáticos en superficie, en Apucarana - PR - BR, y los sistemas atmosféricos actuantes. Julio de 1975.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. %	Lluvia (mm)	Insol. (h)	Viento (dirección)			Sistema atmosférico (12 GMT)
	med.	máx.	mín.				12 GMT	18 GMT	24 GMT	
15	18,2	25,4	15,3	76,9	33,5	*	NE	N	NW	SDC/FPA
16	12,3	17,0	9,8	100,0	39,0	*	SW	SW	SW	FPA
17	3,1	9,8	-1,0	50,0	0,0	*	SW	SW	S	SPC
18	3,3	10,8	-4,7	72,1	0,0	*	S	S	S	SPC
19	10,2	16,8	3,0	66,6	0,0	*	SE	SE	E	SPC
20	13,8	21,0	7,3	64,2	0,0	*	E	NE	E	SPC
21	14,4	21,2	8,3	63,9	0,0	*	E	NE	NE	SPC
22	14,5	22,0	7,8	65,8	0,0	*	E	E	E	SPC
23	14,7	21,5	9,5	34,8	0,0	*	E	NE	NE	SPt
24	16,8	22,0	13,2	72,6	0,3	*	E	NE	NE	FPA
25	21,0	27,3	16,5	59,5	0,0	*	NE	NE	NE	SDC

Fonte: IAPAR (1975) y BRASIL, Ministério da Marinha (1975)

* ausencia de los datos

Org.: por las autoras

SPA-Sistema Polar Atlántico: anticiclón frío; FPA-Frente Polar Atlántica; SDC-Sistema Depresionario Continental; SPt-Sistema Polar Atlántico tropicalizado; SPC-Sistema Polar Continental: anticiclón frío que llega por el SW/W

Fig.1

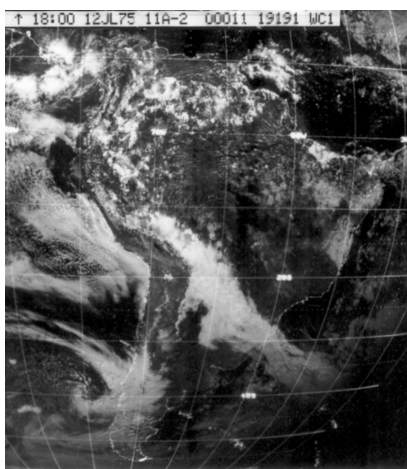


Fig.2

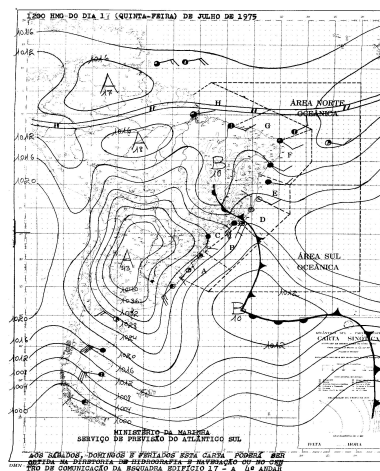


Fig. 1 Sistema Frontal (12/07/1975) que precedió las fuertes heladas de julio Fuente: CPTEC/INPE (1975); Fig. 2. Anticiclón frío llegando por el W, en 17/07/1975.Fuente: BRASIL, Ministério da Marinha (1975)

Durante los días 24 y 25, nuevo sistema frontal alcanzó el Norte de Paraná, promoviendo incipiente pluviosidad (0,3mm) y el anticiclón extratropical que penetró en su retaguardia no proporcionó caída acentuada en las temperaturas de la región

El invierno de 1984 parecía que no sería muy riguroso. Las temperaturas mínimas registradas por el Observatorio Meteorológico de Apucarana-PR-BR durante los meses de junio y julio, habitualmente los más fríos del año, fueron de 6,0AC en 10 de junio y 4,1AC en 22 de julio,

las dos en abrigos meteorológicos. Sin embargo, para desagradable sorpresa de los cafetaleros, una rigurosa ola de frío ocurrió en finales de agosto, promoviendo fuerte helada por radiación en: todo el Norte de Paraná. (Tabla 2). En el día 24, un sistema frontal llegó a la región y ahí actuó hasta el día siguiente promoviendo baja pluviosidad. Entretanto, en el día 26, cuando esa frente ya se había desplazado para la Región Sudeste de Brasil (Figura 3), un vigoroso anticiclón frío (SPC), con 1030mb en su centro, penetró en su retaguardia, por Sudoeste, promoviendo acentuada caída en las temperaturas, así que, en la madrugada de 26/08 se registró la mínima de 0,7AC en Apucarana. Esa masa de aire frío proporcionó fuerte helada en todo el Norte del Estado de Paraná. La cual permaneció actuando sobre la región hasta el final del mes, tropicalizándose gradualmente a partir del día 29. Dicho evento meteorológico provocó grande prejuicio a los cultivos de café en todo el Norte del Estado y particularmente a los cafetales cultivados en Apucarana. En esa época, el café aún era el principal producto agrícola de aquel municipio. Debido a la helada de 1984, cerca de 30% de los cafeteros en el municipio de Apucarana, fueron erradicados y cerca de 70% fueron cortados rasos y recuperados.

Tabla 2 - Variación diaria de los elementos climáticos en superficie, en Apucarana - PR - BR, y los sistemas atmosféricos actuantes. Agosto 1984.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. %	Lluvia (mm)	Insol. (h)	Viento (dirección)			Sistema atmosférico (12 GMT)
	med.	máx.	mín.				12 GMT	18 GMT	24 GMT	
21	14,7	15,3	13,8	97,6	19,4	0,1	E	E	NE	STA/SDC
22	15,8	17,8	14,2	98,4	19,2	0,0	NE	NW	NW	SDC/FPA
23	17,7	23,0	14,8	71,3	3,4	8,8	NW	W	C	FPA/SPA
24	17,6	24,0	13,8	81,1	0,0	2,4	E	NW	W	FPA
25	8,5	16,8	4,9	91,7	3,5	1,4	SW	SW	SW	FPA
26	8,7	15,0	0,7	38,5	0,0	10,7	SE	SE	SE	SPC
27	12,1	18,0	5,2	38,0	0,0	10,2	SE	S	S	SPC
28	13,3	19,4	7,4	37,5	0,0	10,7	SE	SE	C	SPC
29	14,2	22,1	7,3	58,2	0,0	10,6	SW	NE	E	SPA
30	16,9	24,3	10,5	62,7	0,0	8,5	E	NE	E	SPt
31	18,2	24,9	12,7	53,9	0,0	10,3	E	NE	E	STA

Fonte: IAPAR (1984) y BRASIL, Ministério da Marinha (1984)
Org.: por las autoras
SPA-Sistema Polar Atlântico: anticiclón frío; STA-Sistema Tropical Atlântico: anticiclón cálido;
FPA-Frente Polar Atlântica; SDC-Sistema Depresionario Continental

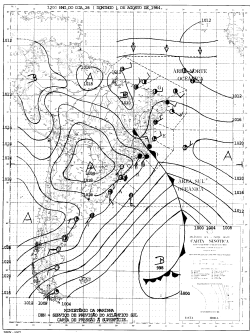


Fig. 3: Anticiclón frío llegando por el W, en 26/08/1984Fuente: BRASIL, Ministério da Marinha (1984)

Transcurridos diez años cuando los cafeteros recuperados o replantados se encontraban altamente productivos, dos fuertes olas de frío promovieron fuertes heladas en todo el Norte del Estado de Paraná, afectando 100% de los cafetales cultivados en el municipio de Apucarana. La primera ola de frío ocurrió en final de junio (Tabla 3) y la segunda ocurrió en mitad de julio (Tabla 4).

Tabla 3 - Variación diaria de los elementos climáticos en superficie, en Apucarana - PR - BR, y los sistemas atmosféricos actuantes. Junio de 1994.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. %	Lluvia (mm)	Insol. (h)	Viento (direção)			Sistema atmosférico (12 GMT)
	médica	máx.	mín.				12 GMT	18 GMT	24 GMT	
21	15,8	17,6	14,0	97,4	54,0	0,0	NE	NW	NW	FPA
22	16,4	20,0	14,0	89,9	0,0	5,2	NW	W	SW	FPA
23	15,5	21,4	11,5	63,5	0,0	10,1	SE	NE	SW	SPA
24	16,6	23,4	14,3	85,4	34,6	2,9	NE	N	S	FPA
25	6,1	14,3	4,0	59,2	0,0	10,3	SW	SW	S	FPA/SPC
26	5,4	12,6	-1,0	66,2	0,0	10,1	E	SW	SW	SPC
27	11,5	18,8	3,8	36,4	0,0	9,0	NE	S	NE	SPC
28	15,0	21,8	11,0	34,3	0,0	10,3	E	E	E	SPA
29	15,0	21,6	9,4	42,9	0,0	10,1	E	NE	E	SPA
30	18,4	24,4	13,0	62,1	0,0	9,4	E	NE	NE	SPt

Fonte: IAPAR (1994) y BRASIL, Ministério da Marinha (1994)

Org.: por las autoras

SPA-Sistema Polar Atlántico: anticiclón frío; FPA-Frente Polar Atlántica; SPt-Sistema Polar tropicalizado; SPC-Sistema Polar Continental: anticiclón frío que llega por lo SW/W

Tabla 4 - Variación diaria de los elementos climáticos en superficie, en Apucarana - PR - BR, y los sistemas atmosféricos actuantes. Julio de 1994.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Lluvia (mm)	Insol. (h)	Viento (dirección)			Sistema atmosférico (12 GMT)
	med.	máx.	mín.				12 GMT	18 GMT	24 GMT	
1	21,0	25,8	17,0	61,2	0,0	7,1	N	N	NE	STA
2	19,6	23,0	18,0	74,9	0,0	0,5	NE	SE	SW	FPA
3	17,4	19,4	15,8	78,2	6,5	0,0	E	E	NE	FPA
4	19,5	24,0	15,4	61,7	0,0	9,2	E	NE	E	SDC/FPA
5	16,5	21,2	13,7	70,7	0,7	7,2	E	E	E	SDC
6	18,9	24,6	13,8	62,3	0,0	6,5	NE	NE	NE	STA/SDC
7	16,4	22,0	14,0	94,5	4,1	1,5	NE	NW	SW	FPA
8	7,8	14,0	5,0	75,6	0,0	9,8	SW	SW	SW	FPA/SPC
9	4,5	9,3	-1,0	56,8	0,0	10,3	SW	SW	E	SPC
10	8,7	15,0	1,0	57,2	0,0	9,8	E	SE	SE	SPC
11	11,3	17,4	6,0	56,7	0,0	9,6	E	E	E	SPA
12	14,0	20,0	9,2	58,2	0,0	10,0	NE	E	E	SPt
13	16,3	22,5	11,2	61,3	0,0	10,0	E	N	NE	STA

Fonte: IAPAR (1994) y BRASIL, Ministério da Marinha (1994)

Org.: por las autoras

SPA-Sistema Polar Atlántico: anticiclón frío; STA-Sistema Tropical Atlántico: anticiclón cálido; FPA-Frente Polar Atlántica; SDC-Sistema Depresionario Continental; SPt-Sistema Polar Atlántico tropicalizado

En el inicio del tercer descendió de junio (día 20) la área en estudio se encontraba sobre la actuación de un sistema frontal, que provocó una alta pluviosidad en Apucarana (54,0mm); sin embargo, un anticiclón (SPA) que penetró en su retaguardia no provocó caída significativa en

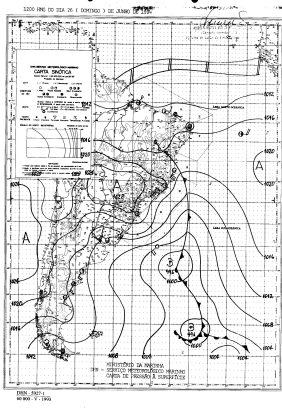


Fig. 4

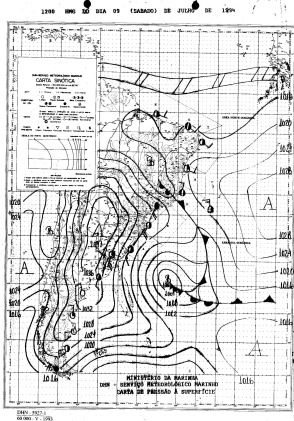


Fig. 5

Fig. 4: Anticiclón frío posicionado sobre la área de estudio, en 26/06/1994Fuente: BRASIL, Ministério da Marinha (1994); Fig. 5: Anticiclón frío llegando por el SW, en 09/07/1994Fuente: BRASIL, Ministério da Marinha (1994)

Tabla 5 - Variación diaria de los elementos climáticos en superficie, en Apucarana - PR - BR, y los sistemas atmosféricos actuantes. Julio de 2000.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. % med.	Lluvia (mm)	Insol. (h)	Viento (dirección)			Sistemas atmosféricos (12 GMT)
	med.	máx.	mín.				12 GMT	18 GMT	24 GMT	
10	20,7	25	17,3	59,3	0,8	0	NE	NE	NE	FPA
11	9,1	13,2	7,0	95,6	0,0	0,0	SW	W	SW	FPA
12	5,7	11,2	4,0	70,8	0,0	6,2	SW	SW	SW	SPC
13	6,4	14,0	0,1	28,5	0,0	10,2	SW	SW	S	SPC
14	12,6	20,0	4,8	34,0	0,0	10,2	S	SE	S	SPC
15	12,1	15,3	10,3	93,4	23,4	0,1	NE	W	N	FPA
16	6,9	12,3	5,5	64,4	0,0	10,4	SW	SW	SW	SPC
17	8,0	14,8	-0,2	33,8	0,0	9,2	SW	SW	SW	SPC
18	11,4	17,8	7,0	35,8	0,0	3,1	SE	SE	SE	SPA/FPA
19	11,6	15,3	8,2	53,0	0,2	0,0	NW	W	W	FPA
20	9,9	17,6	3,0	33,8	0,0	10,2	SW	SW	SW	SPC
21	12,8	19,5	6,8	40,3	0,0	8,5	SE	E	NE	SPC
22	14,8	17,0	11,0	92,4	1,0	0,1	SE	NE	SW	FPA
23	7,8	11,2	6,4	77,0	62,4	2,9	SW	SW	NE	FPA/SPC
24	9,5	17,0	2,0	52,4	0,0	10,4	E	NE	NE	SPC
25	13,4	21,4	7,3	53,1	0,0	10,5	SE	S	SE	SPC
26	17,1	22,8	12,0	41,2	0,0	10,3	SE	E	SE	SPT

Fuente: IAPAR (2000) y BRASIL, Ministério da Marinha (2000)

Org.: por las autoras

SPA-Sistema Polar Atlántico: anticiclón frío; FPA-Frente Polar Atlántica; SPT-Sistema Polar Atlántico tropicalizado; SPC-Sistema Polar Continentalizado: anticiclón frío que llega por SW/W

las temperaturas durante los días 22 y 23. En el día 24 nuevo sistema frontal llegó al Norte del Paraná promoviendo significativa pluviosidad (34,3mm). Esa frente tuvo desplazamiento rápido, y un riguroso anticiclón frío, con 1032mb, penetró en su retaguardia por el oeste (Figura 4), promoviendo significativa caída en las temperaturas, así que, en el día 26 se registró la mínima negativa de $-1,0^{\circ}\text{C}$ en el Observatorio Meteorológico de Apucarana. Esa masa de aire frío permaneció actuando sobre la región hasta el día 28/06 tropicalizándose gradualmente a partir de esa fecha. En este mismo año en el día 07 de julio, un sistema frontal con desplazamiento rápido alcanzó el Norte del Paraná y promovió baja pluviosidad (4,1mm) en Apucarana; pero el anticiclón frío que penetró en la retaguardia de esa frente, por el oeste, fue bastante riguroso (1038mb) y proporcionó una acentuada caída en las temperaturas. Así que, en el día 09 la dicha frente ya había llegado a la Región Sudeste del país, (Figura 5) y en Apucarana se registró la temperatura mínima negativa de $-1,0^{\circ}\text{C}$. Las heladas de 1994 afectaron muchísimo los cultivos de café de todo el Norte del Paraná. En la década de 1990 la soya ya había penetrado en la Región Sur del Brasil y obtenía buenos precios en el mercado internacional. Las fuertes heladas ocurridas en 1994 fueron el gran impulso para la substitución de la cultura del café por la de soya en verano en rotación con la de trigo o avena en invierno, en la mayor parte de la área en estudio, una vez que las políticas agrícolas impulsaban la erradicación de los cafetos antiguos en función de la modernización de la agricultura. En esa época muchas empresas multinacionales productoras de insumos y máquinas agrícolas ya había se instalado en el país. En el municipio de Apucarana cerca de 40% de los cafetales fueron erradicados, pero 60% fueron cortados y recuperados, porque la hipsometría del relieve contiene áreas bastante agrestes, que no permiten la mecanización agrícola. Por otro lado, para los pequeños propietarios de tierra no era viable invertir en máquinas y equipamientos agrícolas. Seis años se habían pasado sin que ocurriera ninguna helada fuerte en Norte del Paraná; sin embargo, en los últimos decenios de julio de 2000 se observó una sucesión de cuatro olas de frío sobre el Norte del Paraná, y todas promovieron heladas por radiación en Apucarana, de manera que las dos primeras presentaron heladas más fuertes que las dos últimas.

Durante los días 10 y 11 de julio el área en estudio se encontraba bajo la actuación de un sistema frontal que promovió mucha nebulosidad pero poca lluvia (0,8mm) en Apucarana. En el día 13 esa frente ya había llegado al Sur de la Región Nordeste de Brasil, añadida a un ciclón extratropical en el Atlántico Sur (Figura 06). Un vigoroso anticiclón frío con valor barométrico de 1038mb, penetró en la retaguardia de esa frente por el oeste, proporcionando acentuada caída en las temperaturas, así que se registró la mínima de $0,1^{\circ}\text{C}$ en Apucarana. Antes de esa masa de aire se tropicalizar, otro sistema frontal alcanzó la área en estudio en el día 15/07 promoviendo una pluviosidad de 23,4mm. En el día 17/07 esa frente también añadida a un ciclón extratropical en el Atlántico Sur ya se había desplazado para el Océano Atlántico cerca del litoral de la Región Nordeste de Brasil (Figura 7). En esa fecha el anticiclón frío (1024mb) que penetrara en la retaguardia de la frente se ubicaba sobre el Norte del Paraná, promoviendo acentuada caída en las temperaturas.

Así, se registró la mínima negativa de $-0,2^{\circ}\text{C}$ en Apucarana. En el día 18/07 nuevo sistema frontal penetraba sobre el territorio brasileño llegando al área en estudio en el día 19. Esa frente promovió mucha nebulosidad pero poca lluvia (0,2mm) en Apucarana. Un anticiclón frío que penetró por el Sudoeste con 1032mb caracterizó la tercera ola de frío del mes, registrándose la temperatura mínima de $3,0^{\circ}\text{C}$ en la mañana del día 20, en Apucarana. Antes que la dicha masa de aire se tropicalizara, en el día 22 nuevo sistema frontal alcanzó la área en estudio, donde

actuó también en el día 23, promoviendo elevado volumen de lluvias (63,4mm). En el día 24 esa frente ya se había desplazado para el Océano Atlántico y el centro del anticiclón frío que penetró en su retaguardia por el oeste con 1028mb, se ubicaba sobre el Norte del Paraná. Así se registró la temperatura mínima de 2,0AC en Apucarana, caracterizándose la cuarta y última ola de frío del mes. Las heladas sucesivas de las cuatro olas de frío dichas afectaron de manera más intensa aquellos cafetos cultivados en los vertientes en dirección SW, S y SE, los cuales tuvieron que ser cortados o erradicados. Así, cerca de 30% de los cultivos de café que en esa época aún existían en el municipio de Apucarana fueron erradicados y substituidos por cultivos temporarios o pastaje.

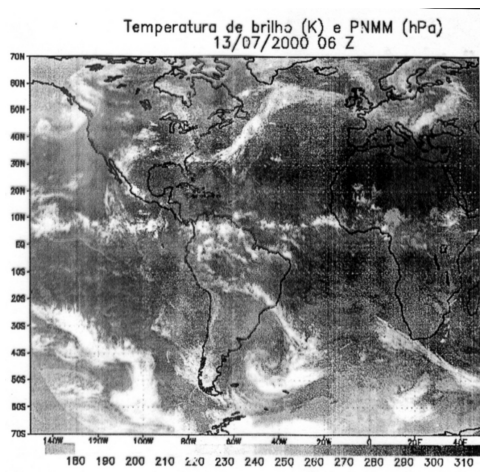


Fig. 6

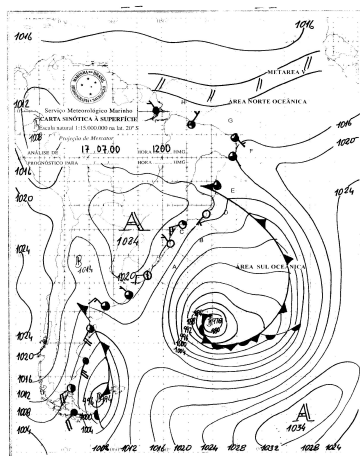


Fig. 7

Fig. 6: Sistema frontal que precedió la helada en 13/07/2000. Fuente: CPTEC/INPE (2000).

Fig.7: Anticiclón frío posicionado sobre el área del estudio en 17/072000. Fuente: BRASIL, Ministério da Marinha (2000)

4. CONSIDERACIONES FINALES

Se constató que por ocasión de todas las heladas estudiadas, los sistemas frontales que las precedieron generalmente tuvieron desplazamiento rápido, y los anticiclones fríos que penetraron en la retaguardia de las frentes, bastante fuertes (con presión atmosférica superior a 1028mb), penetraron en la Región Norte del Estado del Paraná – BR por el oeste o por sudoeste. Las masas de aire frío procedentes del oeste o del sudoeste tienen su génesis en el Pacífico Sur. Generalmente ellas transcurren largas distancias continentales tras cruzar la Cordillera de los Andes lo que les atribuye bajo nivel de humedad. La propia Cordillera desarrolla papel de pasillo, ayudando el desplazamiento rápido de los vientos. Se observó que los centros de alta presión toman impulso mayor tras cruzar la Cordillera, y así los vientos de sudoeste generalmente son más fríos que los vientos de sur y sudeste. Cuando los anticiclones tienen su génesis en el Atlántico Sur, generalmente las masas de aire frío llegan al Norte del Paraná con mayor cantidad de humedad que las procedentes del Pacífico Sur y así, las temperaturas caen menos, debido al equilibrio térmico generado por el vapor de agua.

5 - REFERENCIAS

- BRASIL, Ministério da Marinha. *Carta Sinótica à Superfície*. Rio de Janeiro, 1975; 1984; 1994 y 2000.
- CPTEC/INPE - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1975 y 2000.
- CUADRAT, José M.; PITA, M. Fernanda. *Climatología*. Madrid: Ediciones Cátedra S.A., 1997.
- IBC-Instituto Brasileiro do Café. *O café no Brasil*. Rio de Janeiro, 1978.
- KIM, Ilya, et al. Análise da ocorrência de geadas no Estado do Paraná. In: *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria. v.11, n. 1, p.99-106,2003.
- MARTIN VIDE, J. Y OLCINA CANTOS, J. (1996). *Tiempos y climas mundiales*. Oikos-tau, Barcelona, 308 pp.
- MONTEIRO, C.A. DE F. (1971). Análise rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia*, São Paulo, 1, pp. 1-21.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Sobre a análise geográfica de seqüência de cartas de tempo: (pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo de Geografia). *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, v. 58, n. I, 1963.
- SILVEIRA, Leonor Marcon da. *As condicionantes climáticas e a organização do espaço rural no setor sudeste do Planalto de Apucarana-PR*. 1996. 1 v. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente - São Paulo, 1996.
- SILVEIRA, Leonor Marcon da. Os sistemas atmosféricos e a variação do tempo em Maringá, Estado do Paraná, Brasil. In: *Acta Scientiarum: technology*. Maringá, v. 28, n.1, p. 79-84, jan/jun, 2006.